

VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

PCT

INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT (Artikel 36 und Regel 70 PCT)

REC'D 27 JUL 2005

WIPO

PCT



Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts 2001P16203WO	WEITERES VORGEHEN siehe Mitteilung über die Übersendung des internationalen vorläufigen Prüfungsberichts (Formblatt PCT/PEA/416)	
Internationales Aktenzeichen PCT/DE 03/00906	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 19.03.2003	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) 19.03.2003
Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK H01L29/24		
Anmelder SICED ELECTRONICS DEVELOPMENT GMBH & CO. KG et al.		

- Dieser internationale vorläufige Prüfungsbericht wurde von der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt.
- Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 5 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.

☒ Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; dabei handelt es sich um Blätter mit Beschreibungen, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit vor dieser Behörde vorgenommenen Berichtigungen (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsrichtlinien zum PCT).

 Diese Anlagen umfassen insgesamt 5 Blätter.

- Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:
 - ☒ Grundlage des Bescheids
 - ☐ Priorität
 - ☐ Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
 - ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
 - ☒ Begründete Feststellung nach Regel 66.2 a)ii) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
 - ☐ Bestimmte angeführte Unterlagen
 - ☐ Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung
 - ☐ Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Datum der Einreichung des Antrags 14.10.2004	Datum der Fertigstellung dieses Berichts 26.07.2005
Name und Postanschrift der mit der internationalen Prüfung beauftragten Behörde  Europäisches Patentamt D-80298 München Tel. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d Fax: +49 89 2399 - 4465	Bevollmächtigter Bediensteter Lantier, R Tel. +49 89 2399-6081 

INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/DE 03/00906

I. Grundlage des Berichts

1. Hinsichtlich der **Bestandteile** der internationalen Anmeldung (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigelegt, weil sie keine Änderungen enthalten (Regeln 70.16 und 70.17)*):

Beschreibung, Seiten

1-3, 5-24

4, 4a

in der ursprünglich eingereichten Fassung
eingegangen am 23.03.2005 mit Schreiben vom 22.03.2005

Ansprüche, Nr.

1-17

eingegangen am 23.03.2005 mit Schreiben vom 22.03.2005

Zeichnungen, Blätter

1/7-7/7

in der ursprünglich eingereichten Fassung

2. Hinsichtlich der **Sprache**: Alle vorstehend genannten Bestandteile standen der Behörde in der Sprache, in der die internationale Anmeldung eingereicht worden ist, zur Verfügung oder wurden in dieser eingereicht, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

Die Bestandteile standen der Behörde in der Sprache: zur Verfügung bzw. wurden in dieser Sprache eingereicht; dabei handelt es sich um:

- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen Recherche eingereicht worden ist (nach Regel 23.1(b)).
- ☐ die Veröffentlichungssprache der internationalen Anmeldung (nach Regel 48.3(b)).
- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen vorläufigen Prüfung eingereicht worden ist (nach Regel 55.2 und/oder 55.3).

3. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale vorläufige Prüfung auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das:

- ☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.
- ☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.
- ☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfassten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

4. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

- ☐ Beschreibung, Seiten:
- ☐ Ansprüche, Nr.:
- ☐ Zeichnungen, Blatt:

INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/DE 03/00906

5. ☐ Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden, da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)).
- (Auf Ersatzblätter, die solche Änderungen enthalten, ist unter Punkt 1 hinzuweisen; sie sind diesem Bericht beizufügen.)*

6. Etwaige zusätzliche Bemerkungen:

V. Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

- | | |
|--------------------------------|---|
| 1. Feststellung | |
| Neuheit (N) | Ja: Ansprüche 1-17
Nein: Ansprüche |
| Erfinderische Tätigkeit (IS) | Ja: Ansprüche 1-17
Nein: Ansprüche |
| Gewerbliche Anwendbarkeit (IA) | Ja: Ansprüche: 1-17
Nein: Ansprüche: |

2. Unterlagen und Erklärungen:

siehe Beiblatt

Zu Punkt V

Begründete Feststellung hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

1. Es wird auf das folgende Dokument verwiesen:

D1: DE-A-19900169

2. Der neu eingereichte Anspruch 1 entsteht aus einer Kombination der Merkmale der ursprünglich eingereichten Ansprüchen 1 und 6 und wird daher zugelassen (Artikel 19(2) / Artikel 34(2)(b) PCT).
3. Der neu eingereichte Anspruch 1 wird im Lichte der Beschreibung und der dort erläuterten Ausführungsbeispiele interpretiert. Insbesondere wird als Kanalgebiet der Teil des ersten Halbleitergebiets identifiziert, der sich oberhalb des vergrabenen Inselgebiets befindet und innerhalb dessen der Strom mittels einer Verarmungszone beeinflussbar ist. Weiterhin wird die Formulierung "wobei das Kanalgebiet ein zur Stromführung bestimmtes Kanalleitungsgebiet umfasst" in ihrer restriktiveren Bedeutung (nach der Beschreibung) betrachtet. Da in allen Ausführungsbeispielen das Kanalleitungsgebiet oben und unten von dem Teil des Kanalgebiets abgegrenzt ist, der nur die Grunddotierung aufweist, wird das Wort "umfassen" im Sinne von "umschliessen", und nicht nur von "beinhalten" betrachtet. Wenn der neu eingereichte Anspruch 1 so verstanden wird, wie oben erläutert, ist der Gegenstand dieses Anspruchs neu gegenüber dem Stand der Technik. Der neu eingereichte Anspruch 1 unterscheidet sich nämlich von dem nächstliegenden Stand der Technik, Dokument D1, indem sich ein sogenanntes hoch dotiertes Kanalleitungsgebiet innerhalb des Kanalgebiets befindet (und nicht das ganze Kanalgebiet darstellt). Dieses Kanalleitungsgebiet ist in dem niedrig dotierten Teil des Kanalgebiets "eingebettet", d.h. von diesem nach oben und nach unten abgegrenzt. Deswegen fließt der Strom im Durchlassbetrieb bevorzugt in dem Kanalleitungsgebiet und das restliche Kanalgebiet bleibt stromfrei. Dadurch spielen Schwankungen in der Parametereinstellung für das Kanalgebiet eine sehr kleine Rolle in der Arbeitsweise des Bauelementes nach Anspruch 1 der vorliegenden Anmeldung. Die Einstellung von Dicke und Dotierstoffkonzentration des Kanalleitungsgebiets ist technologisch dagegen leichter zu kontrollieren. Das stellt eine Verbesserung über das in D1 offenbarte Bauelement im Hinblick auf technologische Stabilität dar, d.h. eine gewonnene Unabhängigkeit gegenüber den

technologiebedingten Schwankungen, die sich in einer erhöhten Ausbeute im Herstellungsprozess widerspiegeln kann. Es ergibt sich weiterhin eine Verminderung der Temperaturabhängigkeit des Bauelements beim Schalten von Strömen. Demzufolge scheint der Gegenstand des neu eingereichten Anspruchs 1 der vorliegenden Anmeldung erfinderisch zu sein.

Die Ansprüche 2-17 sind vom Anspruch 1 abhängig und erfüllen damit ebenfalls die Erfordernisse des PCT in bezug auf Neuheit und erfinderische Tätigkeit.

schicht, so dass auch hier aus den vorstehend genannten Gründen eine reduzierte Ausbeute bei der Herstellung möglich ist.

5 In der US 6,150,671 und der US 5,923,051 werden Halbleiteraufbauten jeweils in Form eines SiC-MOSFET's beschrieben. Kanalgebiete befinden sich dabei wiederum in einer p-leitenden bzw. in einer n-leitenden epitaktisch aufgewachsenen Schicht.

10 Schließlich ist in der DE 199 00 169 A1 ein vertikaler Siliciumcarbid-Feldeffekttransistor und ein Verfahren zu seiner Herstellung angegeben, bei dem in Maskentechnik unterschiedliche Dotierungszonen realisiert werden. Daneben ist aus der WO 02/29900 A2 ein MOS-FET auf Siliciumcarbidbasis bekannt, bei dem ein vertikal orientierter Leitungskanal vorhanden
15 ist. Entsprechendes gilt auch für die JP 11-266017 A, bei der Mittel zur Verminderung des Anlaufwiderstandes auf einem MOSFET beschrieben werden.

20 Ausgehend von letzterem Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen Halbleiteraufbau der eingangs bezeichneten Art anzugeben, der bei der Herstellung unempfindlich gegenüber technologiebedingten Schwankungen ist und eine hohe Ausbeute ermöglicht. Außerdem soll ein Herstellungsverfahren für einen solchen Halbleiteraufbau angegeben werden.
25

Zur Lösung der den Halbleiteraufbau betreffenden Aufgabe wird ein Halbleiteraufbau entsprechend den Merkmalen des unabhängigen Patentanspruchs 1 angegeben. Ein zugehöriges Herstellungsverfahren ist im Patentanspruch 16 angegeben. Weiterbildungen des Halbleiteraufbaus einerseits und des Herstellungsverfahrens andererseits sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.
30

35 Bei dem erfindungsgemäßen Halbleiteraufbau zur Steuerung eines Stroms handelt es sich um einen Halbleiteraufbau der eingangs bezeichneten Art, bei dem vorteilhafterweise das Kanalgebiet ein zur Stromführung bestimmtes Kanalleitungsge-

4a

biet, das den ersten Leitungstyp und eine verglichen mit der Grunddotierung höhere Dotierung aufweist, umfasst.

Die Erfindung beruht auf der Erkenntnis, dass durch
5 eine zusätzlich in dem Kanalgebiet vorgesehene Zone mit einer
verglichen mit dem restlichen Kanalgebiet höheren Dotier-
stoffkonzentration die Empfindlichkeit des Halbleiteraufbaus
gegenüber technologiebedingten Schwankungen bei der Herstel-
10 lung erheblich reduziert, wenn nicht sogar vollständig besei-
tigt werden kann. Die zusätzlich vorgesehene Zone, die hier
als Kanalleitungsgebiet bezeichnet wird, ist mit Dotierstof-
fen vom gleichen Ladungsträgertyp (n oder p) wie auch das Ka-
nalgebiet dotiert. Sie bestimmt im Wesentlichen die elektri-

Patentansprüche

1. Halbleiteraufbau zur Steuerung eines Stroms (I) umfassend mindestens:

- 5 a) ein erstes Halbleitergebiet (2) eines ersten Leitungstyps,
- b) ein innerhalb des ersten Halbleitergebiets (2) zumindest teilweise vergrabenes Inselgebiet (3) eines zweiten gegenüber dem ersten Leitungstyp entgegengesetzten Leitungstyps,
- 10 c) einen zumindest teilweise innerhalb des ersten Halbleitergebiets (2) verlaufenden Strompfad,
- d) ein Kanalgebiet (22),
- d1) wobei das Kanalgebiet (22) Teil des ersten Halbleitergebiets (2) ist,
- 15 d2) eine Grunddotierung aufweist und
- d3) innerhalb dessen der Strom (I) mittels wenigstens einer Verarmungszone (23, 24) beeinflussbar ist, wobei
- 20 d4) das Kanalgebiet (22) ein zur Stromführung bestimmtes Kanalleitungsgebiet (225), das den ersten Leitungstyp und eine verglichen mit der Grunddotierung höhere Dotierung aufweist, umfasst.

2. Halbleiteraufbau nach Anspruch 1, bei dem der Strompfad im wesentlichen in vertikaler Richtung verläuft.

3. Halbleiteraufbau nach Anspruch 1 oder 2, bei dem das Kanalgebiet (22) als laterales Kanalgebiet ausgebildet ist.

30 4. Halbleiteraufbau nach einem der vorhergehenden Ansprüche, der als Feldeffekttransistor, insbesondere als Sperrschicht-Feldeffekttransistor ausgebildet ist.

35 5. Halbleiteraufbau nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem Siliciumcarbid als Halbleitermaterial vorgesehen ist.

6. Halbleiteraufbau nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem sich die innerhalb des Kanalgebiets (22) vorhandene

Gesamtladung des ersten Leitungstyps zu mindestens 80 %, insbesondere zu mindestens 90 %, innerhalb des Kanalleitungsgebiets (225) befindet.

- 5 7. Halbleiteraufbau nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem innerhalb des Kanalleitungsgebiets (225) mindestens ein Kanalkompensationsgebiet (226) angeordnet ist.
- 10 8. Halbleiteraufbau nach Anspruch 7, bei dem das mindestens eine Kanalkompensationsgebiet (226) einen zweiten gegenüber dem ersten Leitungstyp entgegengesetzten Leitungstyp hat.
- 15 9. Halbleiteraufbau nach Anspruch 7 oder 8, bei dem das mindestens eine Kanalkompensationsgebiet (226) eine höhere Dotierstoffkonzentration hat als das Kanalleitungsgebiet (225).
- 20 10. Halbleiteraufbau nach einem der Ansprüche 7 bis 9, bei dem die in das Kanalleitungsgebiet (225) eingebrachte Gesamtladung des ersten Leitungstyps ungefähr gleich groß ist wie die in das eine Kanalkompensationsgebiet (226) oder im Fall mehrerer Kanalkompensationsgebiete (226) in alle Kanalkompensationsgebiete (226) eingebrachte Gesamtladung des zweiten Leitungstyps.
- 25 11. Halbleiteraufbau nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem das Kanalgebiet (22) in einer Epitaxieschicht (262) angeordnet ist.
- 30 12. Halbleiteraufbau nach Anspruch 11, bei dem die Dotierung der Epitaxieschicht (262) gleich der Grunddotierung ist.
13. Halbleiteraufbau nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem das erste Halbleitergebiet (2) zwei Epitaxieschichten (261, 262) mit im wesentlichen gleicher Dotierung umfasst.
- 35 14. Halbleiteraufbau nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem das erste Halbleitergebiet (2) auf einem Substrat (28) eines zweiten gegenüber dem ersten Leitungstyp entgegen-

gesetzten Leitungstyps angeordnet ist und der Strompfad auch durch das Substrat (28) verläuft.

15. Halbleiteraufbau nach Anspruch 14, bei dem zumindest auf
5 einer dem Substrat (28) zugewandten Seite des Inselgebiets
(3) ein Abschirmgebiet (31) des ersten Leitungstyps zwischen
dem Inselgebiet (3) und dem ersten Halbleitergebiet (2) ange-
ordnet ist.

10 16. Verfahren zur Herstellung eines Halbleiteraufbaus nach
Anspruch 1 oder einem der Ansprüche 2 bis 15, mit folgenden
Verfahrensschritten:

a) Es wird ein Halbleitersubstrat (27) bereitgestellt,

15 b) auf das Halbleitersubstrat (27) wird eine Epitaxieschicht
(262) mit einer Grunddotierung auf das Halbleitersubstrat
(27) aufgebracht, wobei die Epitaxieschicht (262) ein Ka-
nalgebiet (22), innerhalb dessen der Strom (I) beein-
flussbar ist, beinhaltet, und

20 c) es wird ein zur Stromführung bestimmtes Kanalleitungsge-
biet (225) mit verglichen mit der Grunddotierung höherer
Dotierung zumindest im Bereich des Kanalgebiets (22) in
die Epitaxieschicht (262) implantiert.

25 17. Verfahren nach Anspruch 16, bei dem eine weitere im We-
sentlichen die Grunddotierung aufweisende Epitaxieschicht
(261) auf das Halbleitersubstrat (27) aufgebracht wird, wobei
die weitere Epitaxieschicht (261) zwischen dem Halbleitersub-
strat (27) und der Epitaxieschicht (262), die das Kanallei-
tungsgebiet (225) beinhaltet, angeordnet ist und die beiden
30 Epitaxieschichten (261, 262) sukzessive und übereinander auf
das Halbleitersubstrat (27) aufgebracht werden.